

Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung
Technische Hochschule Braunschweig



Schallschutz von Wohnungstrennwänden bei Außenwänden aus Porenbeton

v o n

o. Prof. Dr.-Ing. habil. Th. Kristen
Dipl.-Phys. H. Schulze
El.-Ing. R. Palazy

1959

Die Untersuchungen wurden durchgeführt im Auftrage
und mit Unterstützung des Herrn Bundesministers
für Wohnungsbau, Bonn, Az.: II/3 - 4115 Nr.16/7/56.

DK 699.844:666.973 . 004.5

I n h a l t

	Seite
1. Zweck der Untersuchungen	1
2. Luftschalldämmung der untersuchten Wände	1
2.1 Beschreibung der Nebenwegbedingungen	2
2.11 Obere und untere Begrenzungsflächen	2
2.12 Seitliche Begrenzungsflächen	2
2.2 Einschalige Wand aus Ziegelsplitt-Hohlblocksteinen	3
2.3 Trennwand mit biegeweicher Vorsatzschale	4
2.4 Doppelschalige Wand	5
2.5 Zusammenstellung der Luftschall-Meßergebnisse	6
3. Körperschalluntersuchungen	9
3.1 Einleitung	9
3.2 Meßverfahren	9
3.3 Meßergebnisse	10
4. Zusammenfassung	13
Literatur	15
2 Anlagen	

1. Zweck der Untersuchungen

Im Auftrage des Herrn Bundesministers für Wohnungsbau sind bereits 1955 umfangreiche Untersuchungen über die "Abhängigkeit der Körperschallfortleitung von der Wanddicke bei Außenwänden aus Porenbeton" durchgeführt worden [1]. Hierbei wurde festgestellt, daß z.B. 20 cm dicke Außenwände aus Porenbeton, die den wärmetechnischen und den statischen Anforderungen entsprechen, die maximal erreichbare Schalldämmung der angrenzenden Wohnungstrennwände infolge erhöhter Nebenwegübertragung herabsetzen.

In Fortführung der Forschungsarbeit sollte durch Luft- und Körperschallmessungen ermittelt werden, ob die im Beiblatt zu DIN 4109, Entwurf März 1952 in der Tafel 1 angegebenen Wände, die schalltechnisch an der unteren Grenze liegen, bei einer besonders leichten Bauweise noch einen ausreichenden Schallschutz aufweisen. Darüberhinaus sollte festgestellt werden, in welchem Umfang die Schalldämmung leichter zweischaliger Wände durch verhältnismäßig leichte dünne Außenwände beeinflußt wird.

Es wurden folgende Wohnungstrennwände bei unterschiedlicher Nebenwegübertragung untersucht:

- a) 24 cm dicke Wand aus Ziegelsplitt-Hohlblocksteinen, beidseitig verputzt.
- b) 11,5 cm dicke Wand aus Kalksand-Lochsteinen mit Vorsatzschale aus 2,5 cm Holzwolle-Leichtbauplatten an Holzlatten, Sichtflächen verputzt.
- c) 2 x 10 cm dicke Wandschalen aus Porenbeton-Vollblocksteinen in 3 cm Luftabstand, Sichtflächen verputzt.

Die Untersuchungen wurden in dem Bauvorhaben Celle, Welfenallee Nr. 10 und 11 durchgeführt, das Herr Architekt Wichmann, Celle, vor Einzug der Mieter für diese Zwecke zur Verfügung stellte. Die Beschreibung der Bauteile erfolgt nach Angaben der örtlichen Bauleitung.

2. Luftschalldämmung der untersuchten Wände

Die Messung der Luftschalldämmung und die Bewertung der Meßergebnisse erfolgte nach DIN 52 210, Ausgabe Juli 1952 sowie DIN 52 211, Ausgabe September 1953.

2.1 Beschreibung der Nebenwegbedingungen

Es wurden jeweils vier Wandausführungen gleicher Art bei etwa den gleichen Nebenwegbedingungen in einem viergeschossigen Gebäude (Grundriß s. Anl. 1) mit Keller und Dachboden untersucht. Bekanntlich ist die Luftschalldämmung einer Wohnungstrennwand auch vom Gewicht und der Bauart der angrenzenden Bauteile abhängig. Diese waren bei den untersuchten Wohnungstrennwänden wie folgt ausgeführt:

2.11 Obere und untere Begrenzungsflächen

11 cm dicke Stahlbetonplattendecken, unterseits verputzt.

Gewicht ca. 290 kg/m^2

Auf der Decke im Erdgeschoß 3,5 cm dicker Verbund-Zementestrich mit "Terry"-Fußbodenbelag. In den Obergeschossen 3,5 cm schwimmender Zementestrich auf 15/10 Kokosfasermatten und Spachtelbelag.

Gewicht des Fußbodens ca. 80 kg/m^2

2.12 Seitliche Begrenzungsflächen

a) Innenwand im Erd-, I. und II. Obergeschoß:
24 cm dicke Wand aus Kalksand-Vollsteinen, beiderseits verputzt

Gewicht ca. 480 kg/m^2

b) Innenwand im III. Obergeschoß *):
11,5 cm dicke Wand aus Kalksand-Vollsteinen, beiderseits verputzt

Gewicht ca. 260 kg/m^2

c) Außenwand im Erdgeschoß u. I. Obergeschoß:
24 cm dicke Wand aus dampfgehärteten Porenbeton-Vollblocksteinen ($R \approx 875 \text{ kg/m}^3$), einschließlich Fugenanteil und beiderseitigem Putz

Gewicht ca. 290 kg/m^2

d) Außenwand im II. und III. Obergeschoß:
20 cm dicke Wand aus dampfgehärteten Porenbeton-Vollblocksteinen ($R \approx 875 \text{ kg/m}^3$), einschließlich Fugenanteil und beidseitigem Putz

Gewicht ca. 255 kg/m^2

*) Diese Wand ist teilweise ebenfalls 24 cm dick ausgeführt (s. Grundrißzeichnung Anl. 1)

2.2 Einschalige Wand aus Ziegelsplitt-Hohlblocksteinen

Die 24 cm dicke Wand wurde aus Ziegelsplitt-Hohlblocksteinen, Hbl 50/1,4 (Zwk 240 x 365 x 238 mm³) nach DIN 18 151, errichtet und beidseitig etwa 1,5 cm dick verputzt.

Das Gewicht der Wand berechnet sich wie folgt:

24 cm Ziegelsplitt-Hohlblocksteine Hbl 50/1,4	
nach DIN 18 151	ca. 240 kg/m ²
Fugenanteil	ca. 13 kg/m ²
2 x 1,5 cm Putz	ca. 51 kg/m ²
	<hr/>
	ca. 304 kg/m ²

Geprüft wurden vier Wandausführungen dieser Art im Erd- und I. Obergeschoß bei seitlicher Begrenzung durch 24 cm dicke Porenbeton-Außenwände und 24 cm dicke Innenwände aus Kalksand-Vollsteinen, sowie vier gleiche Wandausführungen im II. und III. Obergeschoß bei seitlicher Begrenzung durch 20 cm dicke Porenbeton-Außenwände und 24 cm bzw. 11,5 cm dicke Innenwände aus Kalksand-Vollsteinen. Die oberen und unteren Begrenzungsflächen s. Abschn. 2.11.

Die mittleren Schalldämmzahlen sind in der Abb. 1 als Mittelwerte frequenzabhängig aufgetragen. Zum Vergleich wird der Mittelwert von Baumessungen an Wänden gleicher Art angegeben, die in Wohnbauten bei günstigeren Nebenwegbedingungen ermittelt worden sind.

Die Streuung der Meßergebnisse der einzelnen Wandausführungen betrugen zu I : ± 2 dB und zu II : $\pm 2,5$ dB (Streubereich s. Anl. 2).

Abb. 1 s. Seite 4.

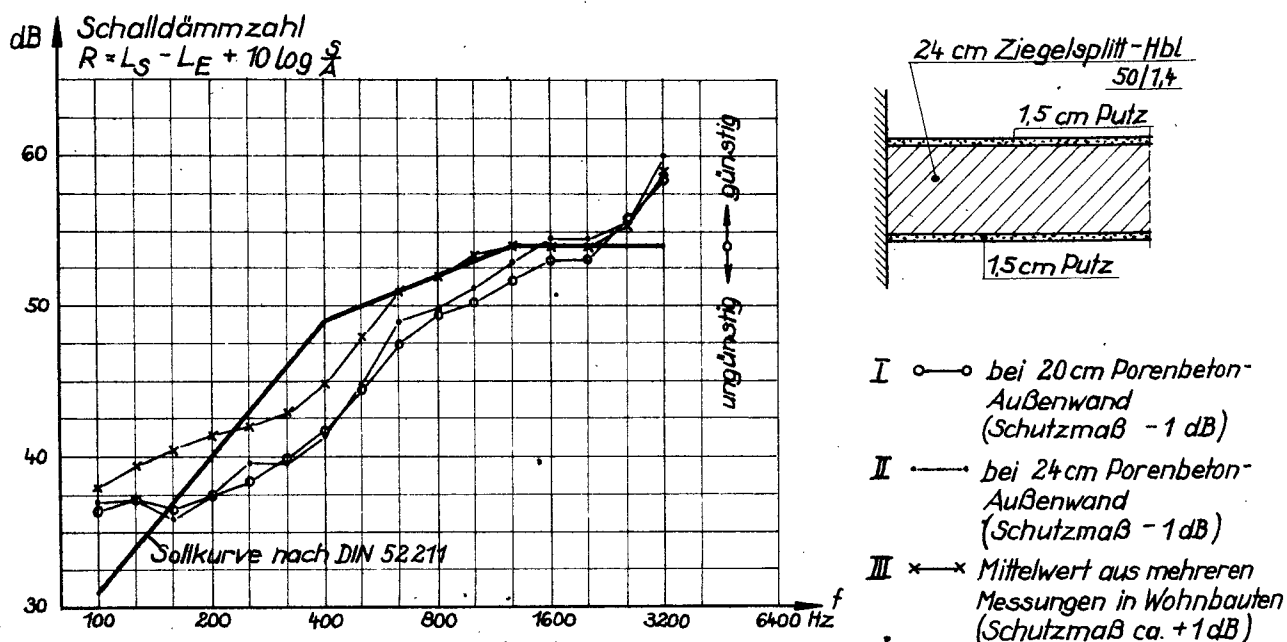


Abb. 1 24 cm dicke Wand aus Ziegelsplitt-Hohlblocksteinen, beiderseits verputzt bei verschiedenen Nebenwegbedingungen (Vgl. Tafel 1, I, II u. III).

2.3 Trennwand mit biegeweicher Vorsatzschale

Der Wandquerschnitt ist aus der Abb. 2 ersichtlich. Das Flächengewicht der Wand berechnet sich wie folgt:

11,5 cm Wandschale aus Kalksand-Lochsteinen	
KSL 1,4/150 1 1/2 NF, DIN 106	ca. 167 kg/m ²
Holzplatten	ca. 2 kg/m ²
2,5 cm Holzwolle-Leichtbauplatten	ca. 11 kg/m ²
1,5 cm Putz x 2	ca. 51 kg/m ²
	<hr/>
	ca. 231 kg/m ²

Es wurden vier Wandausführungen der gleichen Bauart im Erd- und I. Obergeschoß bei 24 cm dicken Porenbeton-Außenwänden untersucht. Die Schalldämmung der Wand mit Vorsatzschale ist in Abb. 2 frequenzabhängig aufgetragen, wobei der entsprechende Streubereich der an den einzelnen Wandausführungen ermittelten Meßergebnisse gleichzeitig angegeben wurde.

Wie aus Abb. 2 hervorgeht, beträgt die Streuung der Meßergebnisse der einzelnen Wandausführungen maximal $\pm 1,5$ dB, sodaß eine gleichmäßige Ausführung der Wände angenommen werden kann.

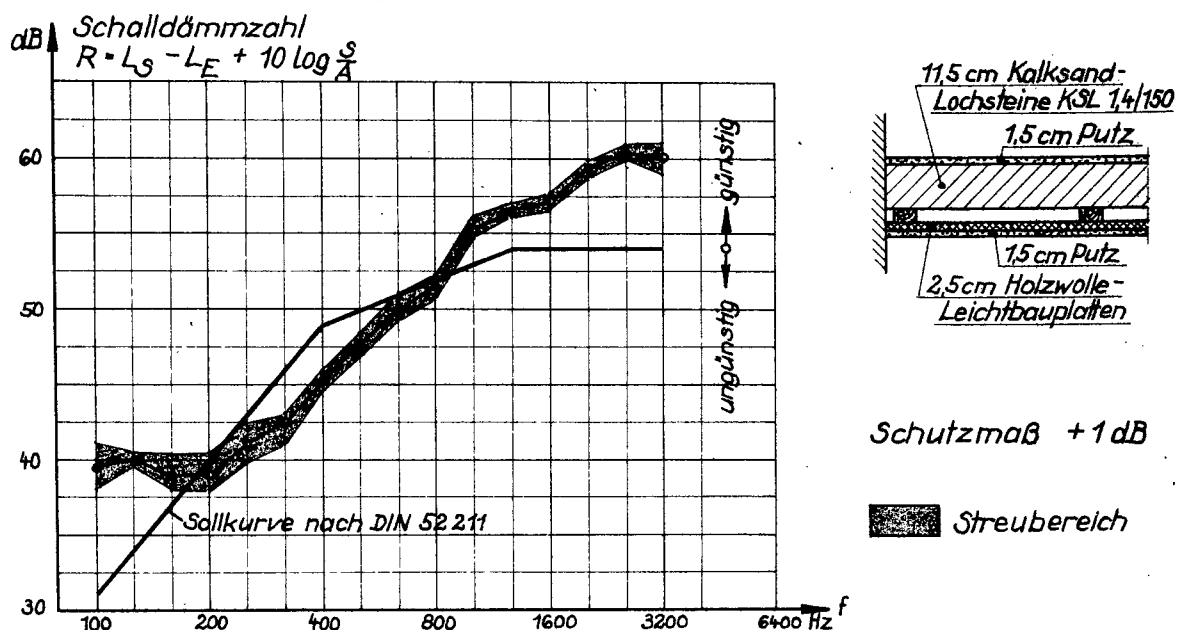


Abb. 2 Trennwand mit biegeweicher Vorsatzschale
(vgl. Tafel 1, IV)

2.4 Doppelschalige Wand

Zwei 10 cm dicke Wandschalen wurden aus 490 x 100 x 240 mm³ großen, dampfgehärteten Porenbeton-Vollblocksteinen mit 3 cm Luftabstand errichtet und von außen jeweils 1,5 cm dick verputzt. Das Flächengewicht der Wand berechnet sich wie folgt:

2 x 10 cm dicke Wandschalen aus Porenbeton- Vollblocksteinen ($R \approx 875 \text{ kg/m}^3$) einschließlich Fugenanteil	181 kg/m ²
2 x 1,5 cm Putz	51 kg/m ²
	<hr/> 232 kg/m ²

Die Messungen wurden an vier Wandausführungen gleicher Art ausgeführt. Die Wände waren im II. und III. Obergeschoß bei 20 cm dicken Porenbeton-Außenwänden und teilweise 11,5 cm dicken Innenwänden aus Kalksand-Vollsteinen eingebaut (vgl. Grundriß Anl. 1). Die Ergebnisse zeigt Abb. 3.

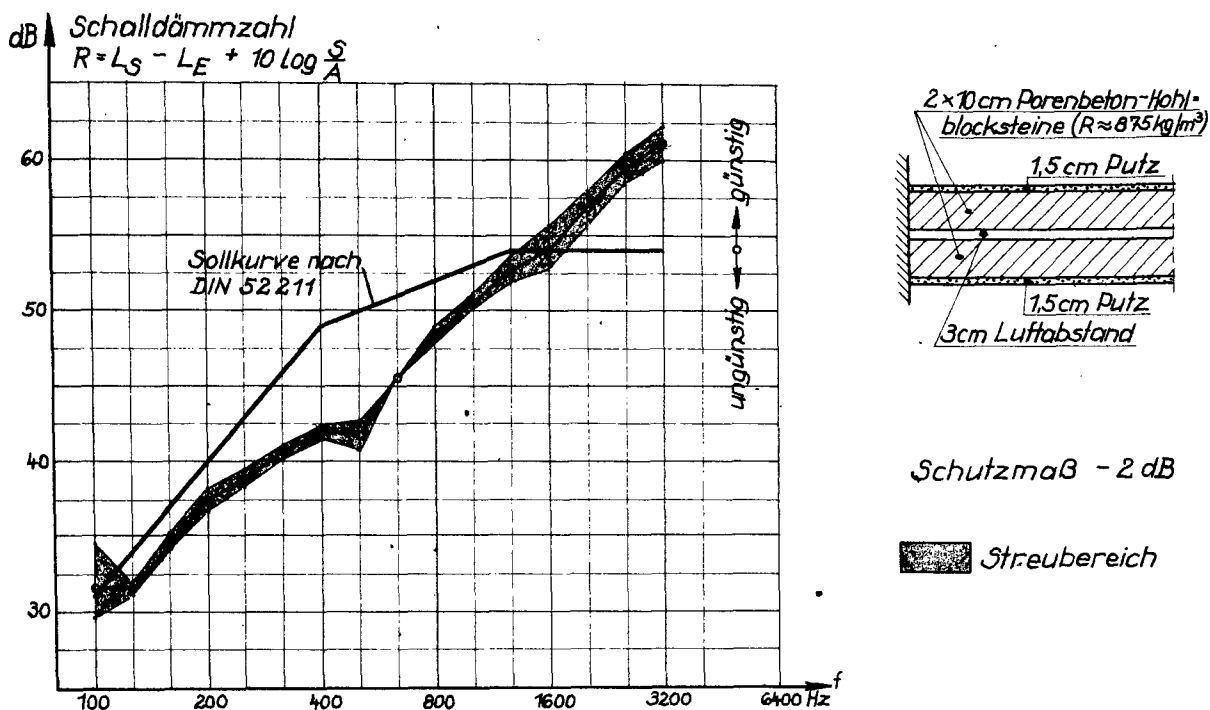


Abb. 3 Doppelschalige Wand aus dampfgehärtetem Porenbeton

Die doppelschaligen Wände wurden ohne Verankerung zwischen den Wandschalen ausgeführt. Die Übereinstimmung der an den einzelnen Wandausführungen ermittelten Meßergebnisse ist bei einem maximalen Unterschied von $\pm 1,5 \text{ dB}$ (über 125 Hz) für Baumessungen als sehr gut zu bezeichnen.

2.5 Zusammenstellung der Luftschall-Meßergebnisse

In der Tafel 1 ist eine zahlenmäßige Zusammenstellung der in den Abb. 1 bis 3 angegebenen Meßergebnisse erfolgt. (s. S. 7).

Das Flächengewicht der unterseits verputzten Decken, die die oberen und unteren Begrenzungsflächen der Versuchswände bilden, wurde ohne schwimmenden Estrich und Belag angegeben.

Die Luftschalldämmung der untersuchten 24 cm dicken Wände aus Ziegelsplitt-Hohlblocksteinen ist sowohl bei 20 cm dicken Porenbeton-Außenwänden (I) als auch bei 24 cm dicken Porenbeton-Außenwänden (II) nicht ausreichend. Da an Wänden gleicher Art und Dicke (vergl. III) von verschiedenen Instituten bisher im allgemeinen ein nach DIN 52 211 ausreichender Schallschutz (Schutzmaß ± 0 bis $+ 2$ dB) ermittelt wurde, ist anzunehmen, daß die in diesem Fall nicht ausreichende Schalldämmung auf die besonders leichte Bauweise zurückzuführen ist. Die Luftschalldämmung der 11,5 cm dicken Wand aus Kalksand-Lochsteinen mit biegeweicher Vorsatzschale (IV) entspricht den bisherigen schalltechnischen Anforderungen an Wohnungstrennwände. Dagegen ist die doppelschalige Wand aus 2 x 10 cm dicken Porenbetonwandschalen (V) wiederum nicht ausreichend.

In der neuen Fassung der DIN 4109 - Schallschutz im Hochbau - Entwurf Januar 1959, die die DIN 52 211, Vornorm, Ausgabe September 1953 nach Einführung teilweise ersetzen soll, werden an die Luftschalldämmung der Wohnungstrennwände um 2 dB höhere Anforderungen gestellt als in DIN 52 211. Demnach sind die zur Zeit als ausreichend geltenden Wände mit einem Luftschallschutzmaß von ± 0 und $+1$ dB nach DIN 4109, Entwurf Januar 1959 nicht mehr ausreichend. Bei Berücksichtigung dieser Anforderungen haben also sämtliche untersuchten Wände (s. Tafel 1) einen nicht ausreichenden Luftschallschutz.

Während in DIN 4109, Entwurf Januar 1959, Teil II "Anforderungen und Ausführungsbeispiele" die untersuchten Ausführungen I, II, III und V als schalltechnisch nicht ausreichend gelten, ist die Wand mit biegeweicher Vorsatzschale (IV) nach der gleichen Norm, Abschn. 3.12 (Bild 6) als schalltechnisch ausreichende Wohnungstrennwand angeführt. Wie aus der Abb. 2 und Tafel 1 zu ersehen ist, erfüllt diese Wand bei einer leichten Bauweise jedoch nicht die neuen Anforderungen, obwohl hierbei das Flächengewicht der kreuzenden bzw. flankierenden Bauteile (s. Tafel 1) größer als 250 kg/m^2 ist.

3. Körperschalluntersuchungen

3.1 Einleitung

Die Bestimmung der Körperschallausbreitung in einem Gebäude bei Verwendung verschiedener Baustoffe ist für die Bekämpfung der "Hellhörigkeit" in Wohnbauten von großer Bedeutung. In den letzten Jahren wurden bereits umfangreiche Untersuchungen über die Verteilung und Ausbreitung der Körperschallenergie in Gebäuden sowie über die Körperschalldämmung an Stoßstellen [2, 3, 4] durchgeführt.

Während in den bisherigen Arbeiten vorwiegend die Körperschalldämmung durch Stoßstellen und die Körperschallpegelabnahme in Abhängigkeit von der Entfernung vom Sender getrennt behandelt wurden, soll in den nachfolgenden Ausführungen die Schwingungsgröße der raumbegrenzenden Bauteile in direktem Zusammenhang mit der Körperschallpegelabnahme an den Stoßstellen besprochen werden.

3.2 Meßverfahren

Die Körperschallamplituden der Bauteile wurden jeweils an 4 bis 5 gleichmäßig auf einer Fläche verteilten Meßpunkten mit einem piezoelektrischen Schwingungsaufnehmer (Gewicht ca. 20 g) bei einer stationären Luftschallanregung gemessen. Bei den jeweiligen Meßfrequenzen strahlte der Lautsprecher einen Wobbelton mit einer Modulationsfrequenz von 8 Hz und einem Frequenzhub von ± 200 Hz ab.

Der Schwingungsaufnehmer wurde mit Klebwachs an den zu untersuchenden Bauteilen befestigt. Als Empfänger diente das R&S Körperschallmeßgerät, Type EBV mit Oktavbandpass, Type PBO.

Als Schwingungsgröße wurde an den zu untersuchenden Bauteilen die Beschleunigung gemessen und daraus die Schallschnelle berechnet. Die Angabe der Schnellewerte erfolgt gemäß

$$20 \log v/v_0 \text{ (dB)}$$

worin v = gemessene Schnelle

und v_0 = Bezugsschnelle = 1 cm/sec bedeuten.

3.3 Meßergebnisse

Die Untersuchungen beschränken sich auf das schwingungstechnische Verhalten der Bauteile in den Räumen vor und hinter der 24 cm dicken Wohnungstrennwand aus Ziegelsplitt-Hohlblocksteinen (Versuchswand) bei einer 20 cm bzw. 24 cm dicken Porenbeton-Außenwand. In Abb. 5 auf Seite 11 sind die Anordnung der Versuchsräume und die bei Luftschallanregung in benachbarten Räumen an den Bauteilen im Raum vor (Raum A) bzw. hinter (Raum B) der Versuchswand gemessenen Schnellewerte dargestellt.

Es wurden jeweils 4 bis 5 auf einer Fläche gleichmäßig

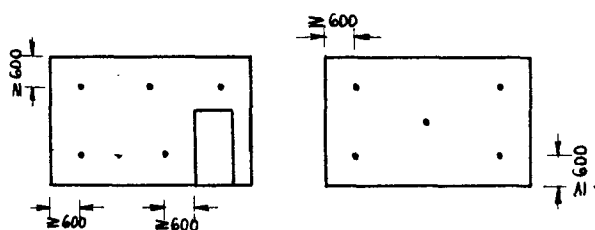


Abb. 4 Verteilung der Meßpunkte

verteilte Meßpunkte gewählt, wobei ein Mindestabstand des Schwingungsaufnehmers bei Öffnungen bzw. Stoßstellen von 600 mm eingehalten worden ist (s. Abb. 4). Die bei den verschiedenen Frequenzen angegebenen Körperschallpegel bilden daher den Mittelwert aus den an

einem Bauteil in den verschiedenen Meßpunkten ermittelten Werten. Die Körperschallschnellen des Fußbodens (schwimmender Estrich) sind nicht mit angegeben, da sie zum Teil erheblich niedriger lagen als die der übrigen Bauteile.

Bei einer einschaligen Wand müssen die beidseitig an der Versuchswand vorgenommenen Messungen etwa die gleichen Werte ergeben. Da die Untersuchungen mehrere Stunden in Anspruch nahmen, wurden die Messungen an der Versuchswand im Raum A begonnen und mit der Versuchswand im Raum B abgeschlossen, um eventuelle Veränderungen der Meßeinrichtung feststellen zu können. Die Meßergebnisse zeigen, daß die zu Beginn und am Schluß der Untersuchungen an der Trennwand gemessenen Größen gut übereinstimmen.

Ein Vergleich der in Abb. 5a und 5b angegebenen Schnellewerte ergibt, daß die als schwerster Bauteil die Versuchswand kreuzende 24 cm dicke Kalksand-Vollsteinwand (480 kg/m^2)

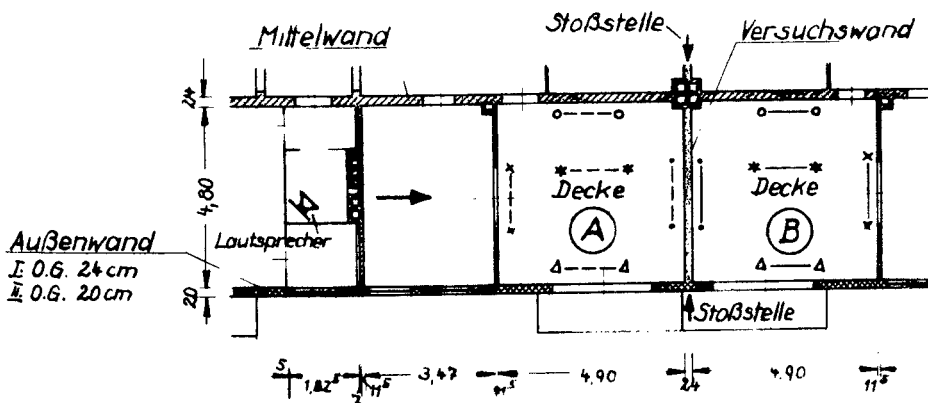
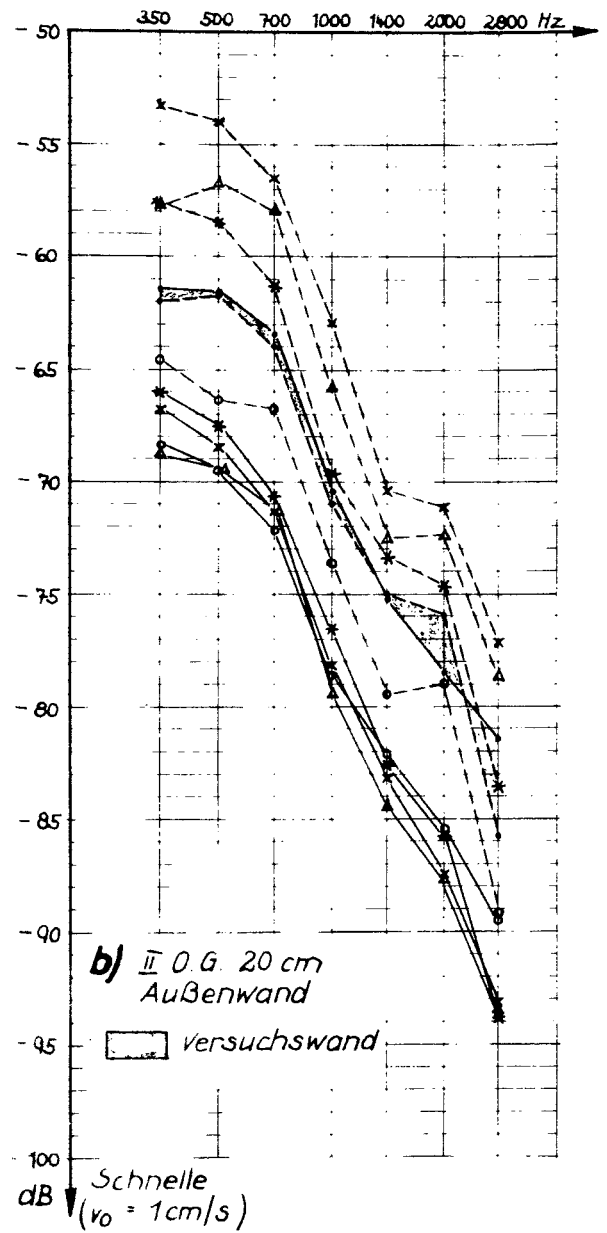
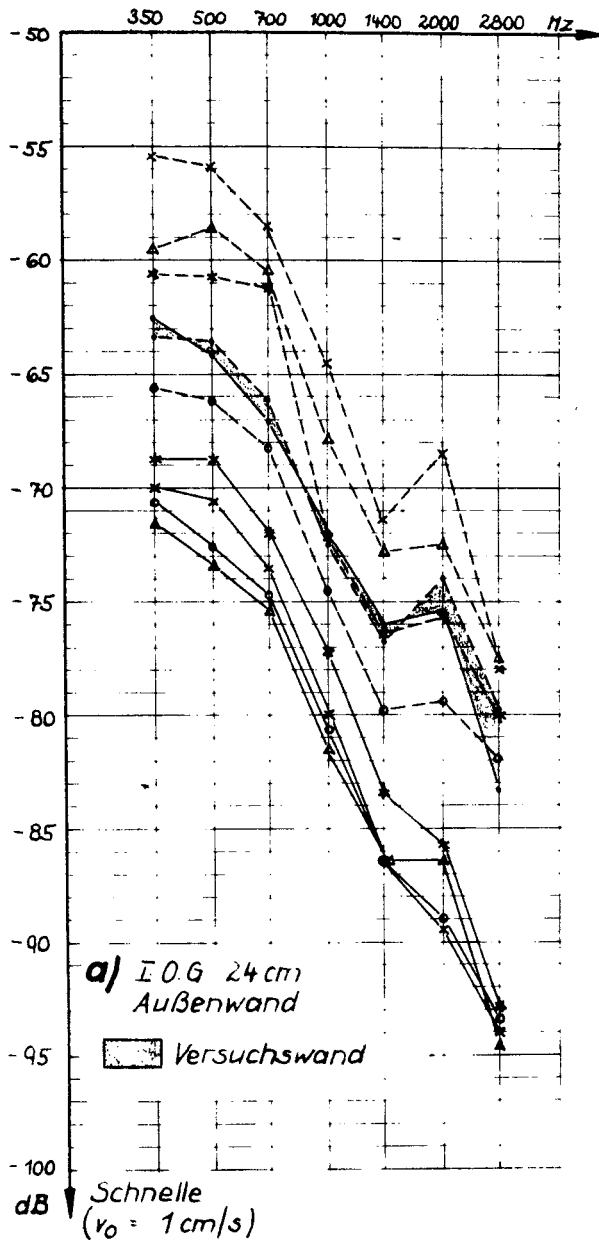


Abb. 5
Schallschnelle
der Bauteile bei
Luftschallanregung
im Fernfeld

- Dampfgehärtete Porenbeton-Vollblocksteine (I O.G. 240 kg/m^2 } einschl. Putz)
- Kalksand-Vollsteine (480 kg/m^3 einschl. Putz)
- Ziegelsplitt-Hohlblocksteine (ca. 304 kg/m^2 einschl. Putz)

bereits im Raum vor der Versuchswand - vom Sender aus betrachtet - in beiden Fällen schwächer schwingt als die Versuchswand selbst. Die flankierenden Außenwände aus Porenbeton-Vollblocksteinen (290 bzw. 255 kg/m²) schwingen jeweils am stärksten, sodaß bei dieser Anordnung die Körperschallanregung der Versuchswand vorwiegend durch die Außenwand erfolgt. Teilweise wird die Versuchswand auch durch die kreuzenden Decken in Schwingungen versetzt, die vor der Versuchswand ebenfalls größere Körperschallamplituden ausführen als die Versuchswand selbst.

In der Abb. 6 ist die Körperschallpegelabnahme der die Trennwand kreuzenden bzw. flankierenden Bauteile bei einer 24 cm und einer 20 cm dicken Porenbeton-Außenwand aufgetragen.

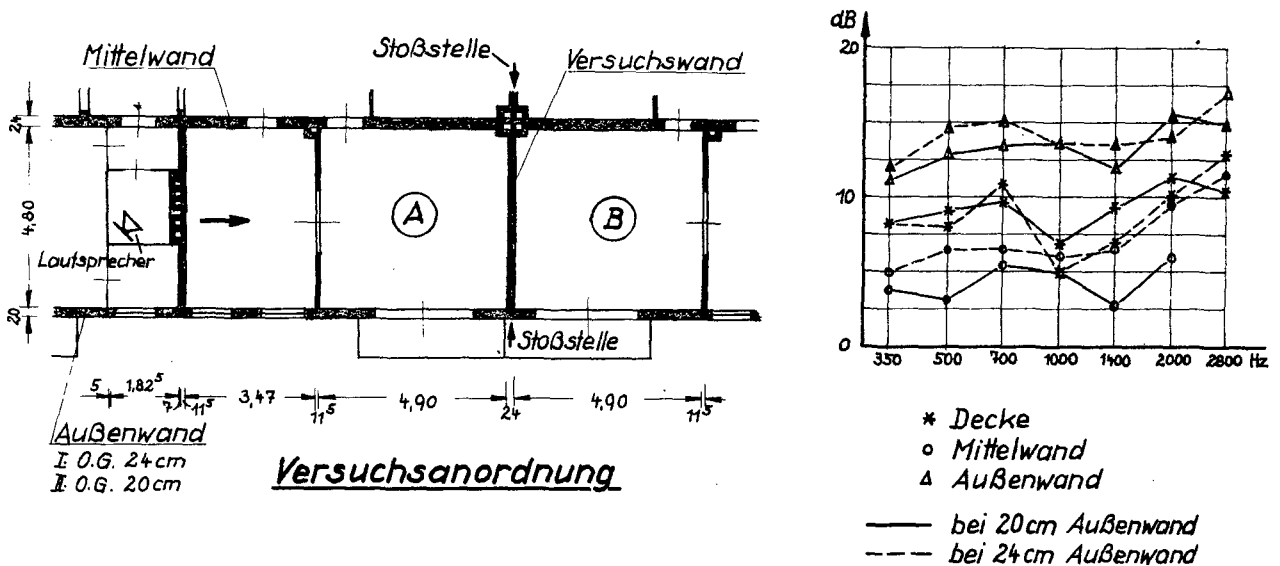


Abb. 6 Körperschallpegelabnahme der flankierenden bzw. kreuzenden Bauteile.

In beiden Fällen ist die Körperschallpegelabnahme der leichten Porenbeton-Außenwand an der Stoßstelle am größten, dagegen die der schweren Wand aus Kalksand-Vollsteinen am geringsten. Daraus ist zu folgern, daß die Körperschallpegelabnahme der flankierenden bzw. kreuzenden Bauteile an der Stoßstelle im wesentlichen umso größer ist, je leichter diese Bauteile im Verhältnis zur Trennwand sind. Wenn z.B. bei einer 24 cm dicken, flankierenden bzw. kreuzenden Wand aus Kalksand-Voll-

steinen eine 36,5 cm dicke Trennwand aus gleichem Material an der Stoßstelle vorhanden wäre, würde die Körperschallpegelabnahme der flankierenden bzw. kreuzenden 24 cm dicken Wand an der Stoßstelle wesentlich größer sein, als die bei einer leichteren Trennwand im vorliegenden Fall gemessene. Hierbei wird jedoch vorausgesetzt, daß die Körperschallamplituden der im Verhältnis zur Trennwand leichteren Bauteile vor der Stoßstelle größer sind als die der Trennwand selbst.

Die Körperschallpegelabnahme dieser Bauteile ist wesentlich von der Entfernung zwischen dem Sender und der Stoßstelle abhängig. Während in dem Raum vor der Versuchswand die Außenwand noch wesentlich stärker schwingt als die Decke und Mittelwand, sind die Schwingungen der Außenwand hinter der Versuchswand zum größten Teil bereits geringer als die der übrigen Begrenzungsflächen bzw. etwa gleich groß (vgl. Abb. 5).

Es wurde bereits bei den bisherigen Untersuchungen festgestellt, daß in den vom Sender weit entfernten Räumen (je nach Bauart ab dritten bzw. vierten Raum) sämtliche massiven Bauteile, die dicker als 11,5 cm sind, etwa gleich große Körperschallamplituden ausführen. Infolgedessen wird die Stoßstellen- dämmung (Körperschallpegelabnahme) der Bauteile in diesem Bereich-im Gegensatz zu den näher an der Schallquelle liegenden Stoßstellen- z.B. bei 11,5 cm und 24 cm dicken Wänden etwa gleich groß sein.

4. Zusammenfassung

Es wurde die Luftschalldämmung an einschaligen und doppel- schaligen Wänden sowie an einer Wandkonstruktion mit Vorsatzschale bei einer besonders leichten Bauweise bestimmt.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Luftschalldämmung der einschaligen 24 cm dicken Wände aus Ziegelsplitt-Hohlblocksteinen, die nach DIN 4109 Beiblatt, Entwurf März 1952 schalltechnisch an der unteren Grenze liegen, bei einer besonders leichten Bauweise des Gebäudes die schalltechnischen Mindestanfor-

derungen nicht mehr erfüllen. Nach der Neufassung der DIN 4109, Entwurf Jan. 1959, in der an den Luftschallschutz der Wohnungstrennwände um 2 dB höhere Anforderungen gestellt werden, gelten diese Wände als nicht ausreichend.

Die Luftschalldämmung einer Doppelwand aus 2 x 10 cm dicken Porenbeton-Wandschalen in 3 cm Luftabstand wurde im gleichen Wohngebäude ebenfalls als nicht ausreichend gemessen. Die 11,5 cm dicke Wand aus Kalksand-Lochsteinen mit einer Vorsatzschale aus 2,5 cm dicken Holzwolle-Leichtbauplatten an Holzlaten erfüllt bei einem nach den z.Zt. geltenden Normen berechneten Luftschallschutzmaß von + 1 dB auch bei der leichten Bauweise den geforderten Luftschallschutz. Dagegen ist die Wand bei Bewertung der Meßergebnisse nach der Neufassung der DIN 4109 bei der leichten Bauweise nicht ausreichend (Schallschutzmaß - 1 dB), obwohl diese im Teil II, Abschn. 3.12 (Bild 6) der gleichen Norm als schalltechnisch ausreichende Wohnungstrennwand aufgenommen wurde und die dort unter 3.112 angegebenen Forderungen hinsichtlich der Nebengewebteile erfüllt sind.

Die Körperschalluntersuchungen haben ergeben, daß bei gleicher Luftschallanregung schwere Wände wesentlich geringer in Schwingungen versetzt werden als leichte Wände. Die Körperschallpegelabnahme an einer Stoßstelle einer die Trennwand flankierenden bzw. kreuzenden Bauteils ist wesentlich von dem Gewichtsverhältnis zwischen Trennwand und den begrenzenden Bauteilen sowie von der Entfernung der Stoßstelle vom Sender abhängig. Während in Sendernähe die Stoßstellendämpfung (Körperschallpegelabnahme) verschieden dicker, massiver Wände unterschiedlich groß ist, ist bei einer etwa über den Raum vom Sender entfernten Stoßstelle eine etwa gleich große Körperschalldämmung z.B. bei 11,5 cm und 24 cm dicken Wänden aus gleichem Material zu erwarten.

L i t e r a t u r

- 1 Th. Kristen und H.W. Müller
Über den Einfluß der Nebenwegübertragung auf
die Schalldämmung von Trennwandkonstruktionen,
"Die Schalltechnik", Heft Nr. 18, 1956

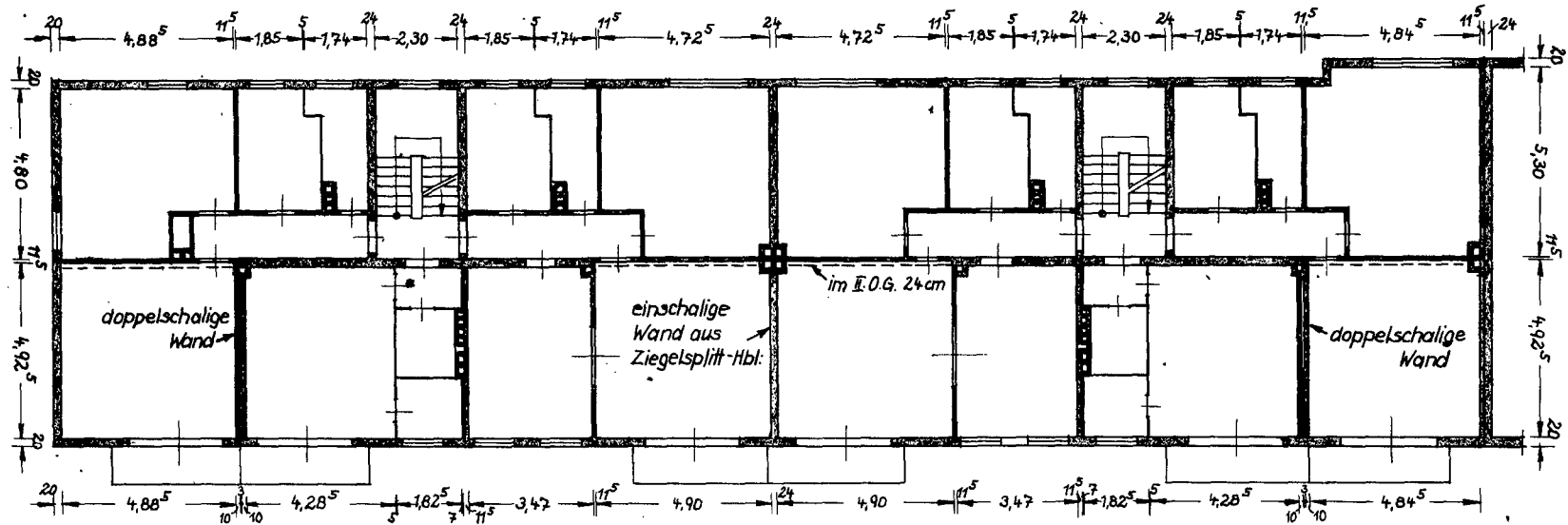
- 2 K. Gösele
Der Einfluß der Hauskonstruktion auf die
Schall-Längsleitung bei Bauten.
Gesundheits-Ing., Heft 17/18 (1954) S. 282

- 3 R. Martin und H.W. Müller
Über Körperschalluntersuchungen in
Wohnbauten.
Acustica, Heft 6 (1956) S. 88

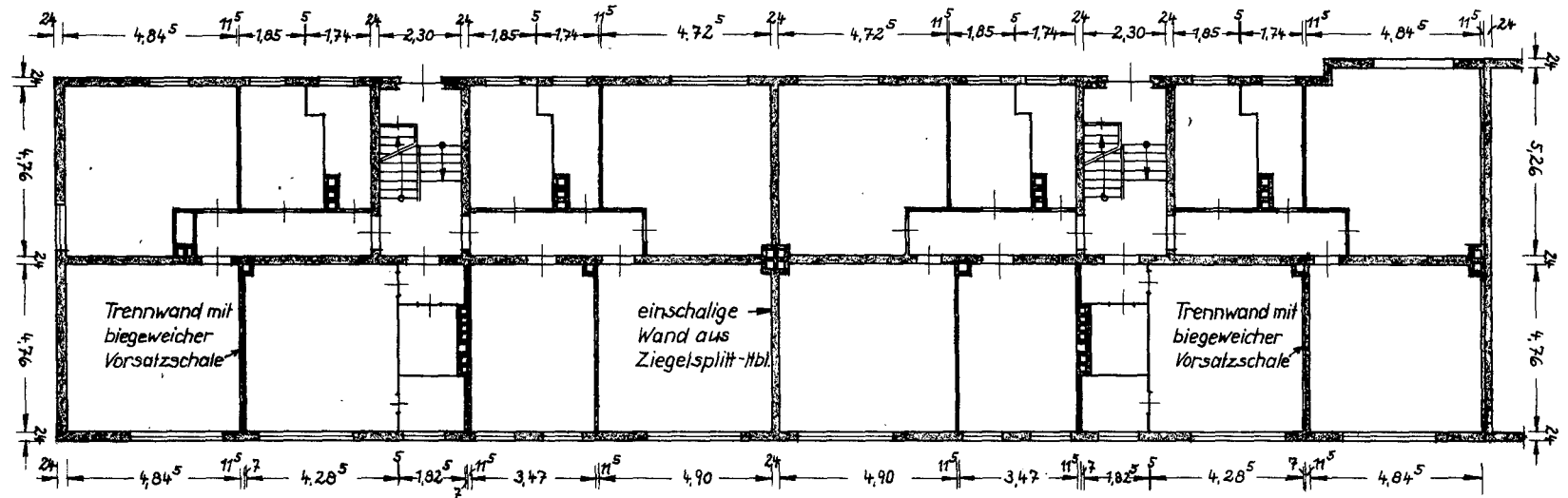
- 4 W. Westphal
Ausbreitung von Körperschall in Gebäuden.
Acustica, 1, (1957) S. 335

2 Anlagen

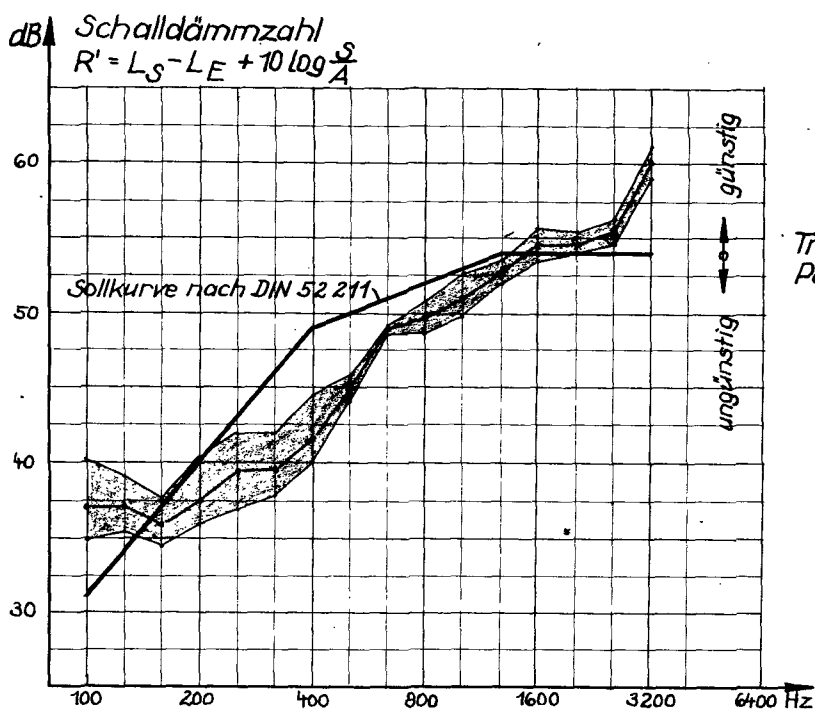
2. u. 3. Obergeschoß



Erd- u. 1. Obergeschoß



M. 1:200



Trennwand: 24 cm dicke Wand aus Ziegelsplitt-Hohlblocksteinen, Hbl 50/1,4 (Zwk 240 × 365 × 238 mm³) nach DIN 18 151, beidseitig 1,5 cm dick verputzt.

